

# L'impact des pratiques agricoles sur la fertilité et le fonctionnement biologique des sols

---

Paula FERNANDES  
PRAM-CIRAD



# Plan de l'exposé

---

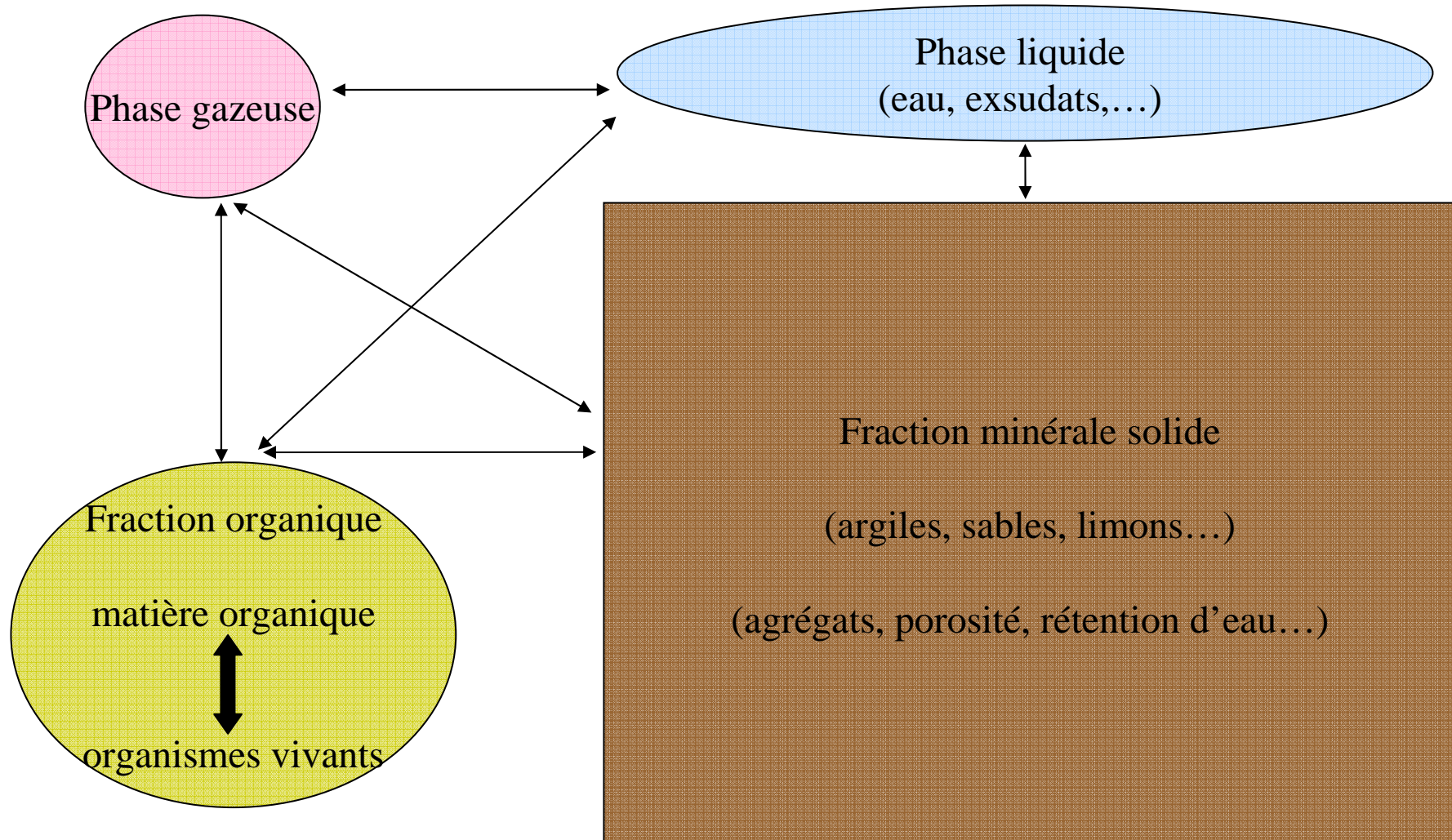
- Qu'est-ce qu'un sol cultivé?
  - Quels en sont les constituants ?
  - Comment sont-ils liés ?
- Qu'est-ce que la matière organique du sol ?
  - De quoi est-elle constituée ?
  - Un exemple de cycle lié à la MOS : l'azote
  - Qui habite le sol ?
- Quels facteurs peuvent la faire évoluer ?
- Quels sont les effets des pesticides sur la MOS ?

# Qu'est-ce qu'un sol cultivé ?

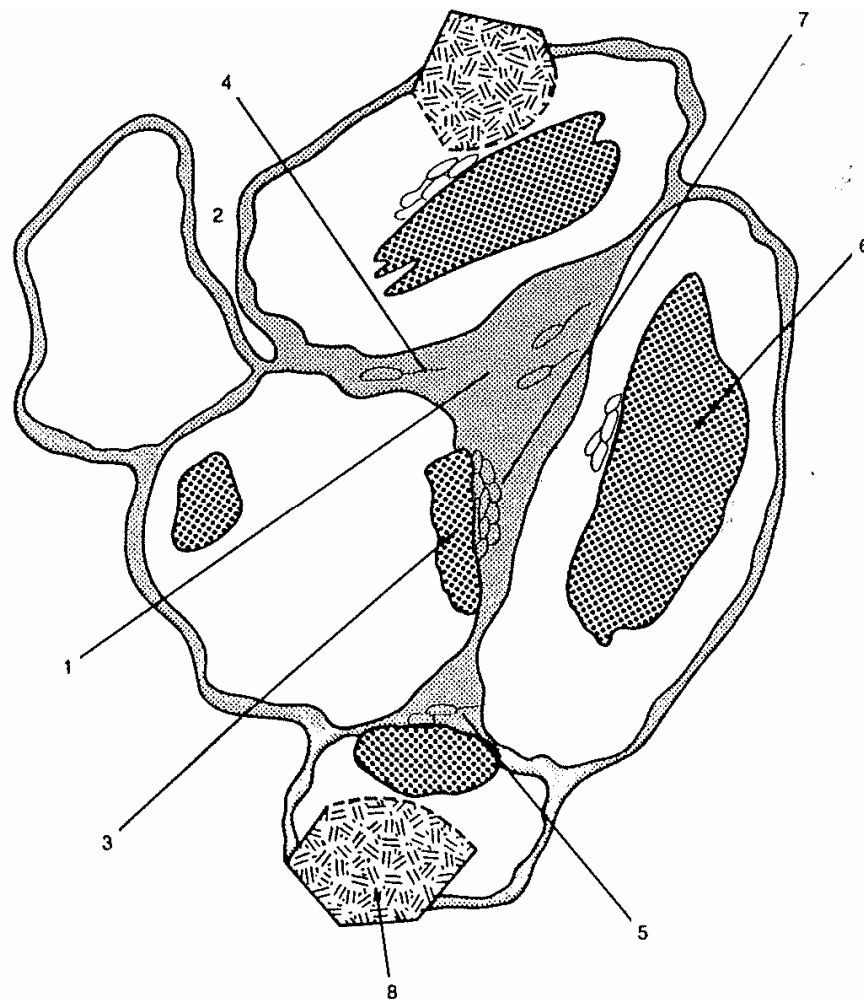
---

- Un support physique pour les cultures ?
  - Des particules solides (sables, argiles, limons...)
  - De l'eau
  - De l'air
  
- Un réservoir chimique de nutriments pour les cultures ?
  - Azote, phosphore, potasse....oligo-éléments
  
- Un milieu vivant abritant de nombreux organismes ?

## Relations entre les différents compartiments



# Un exemple de constitution d'un sol



- 5 micro-agrégats
- 1- phase liquide
- 2- phase gazeuse
- 3- MO
- 4- site aérobie
- 5- site microaérobie
- 6- site anaérobie
- 7- colonnie bactérienne
- 8- grain de quartz

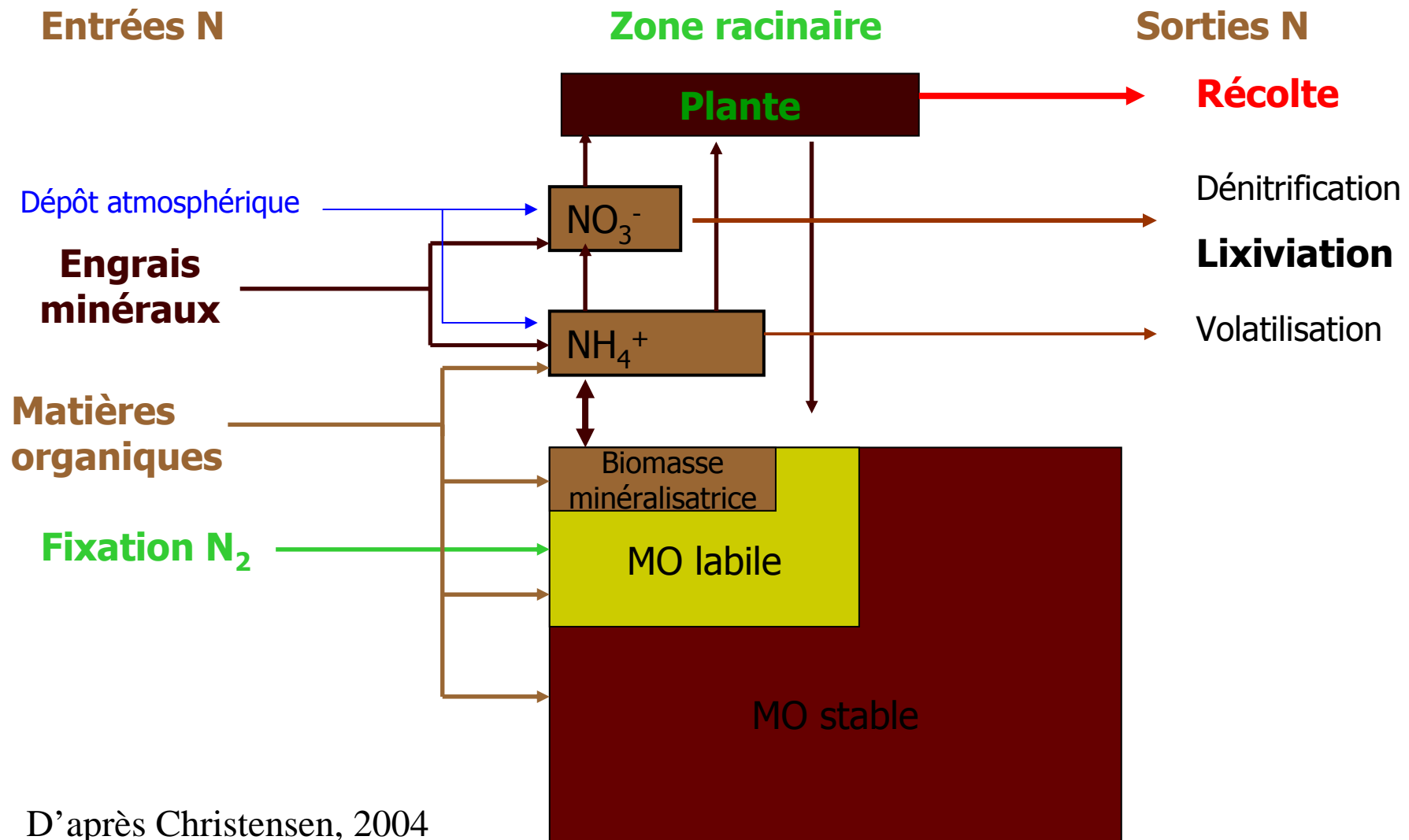
Davet, 1996

# Qu'est-ce que la MO des sols ?

---

- Ensemble de substances organiques, vivantes ou non, d'origine végétale, animale ou microbienne :
  - ⇒ socle de la fertilité
  
- Constituée de molécules diverses :
  - Glucides, protéines, acides aminés, lipides et dérivés
  - Lignine et dérivés
  - Acides organiques
  - Enzymes
  - Substances humiques (acides humiques et fulviques)
  
- Durées de vie très variables de quelques jours jusqu'à plusieurs siècles (MO vivante, MO labile, MO stable)
  
- Contribue à la structure du sol
  - Action liante des polysaccharides et polyuronides (courte durée)
  - Action liante des substances humiques (prolongée et cumulative)
  - Action des bactéries et champignons (sécrétions organiques, filets mycéliens)
  - Action double des racines (bactéries rhizosphériques, enrobage/radicelles)

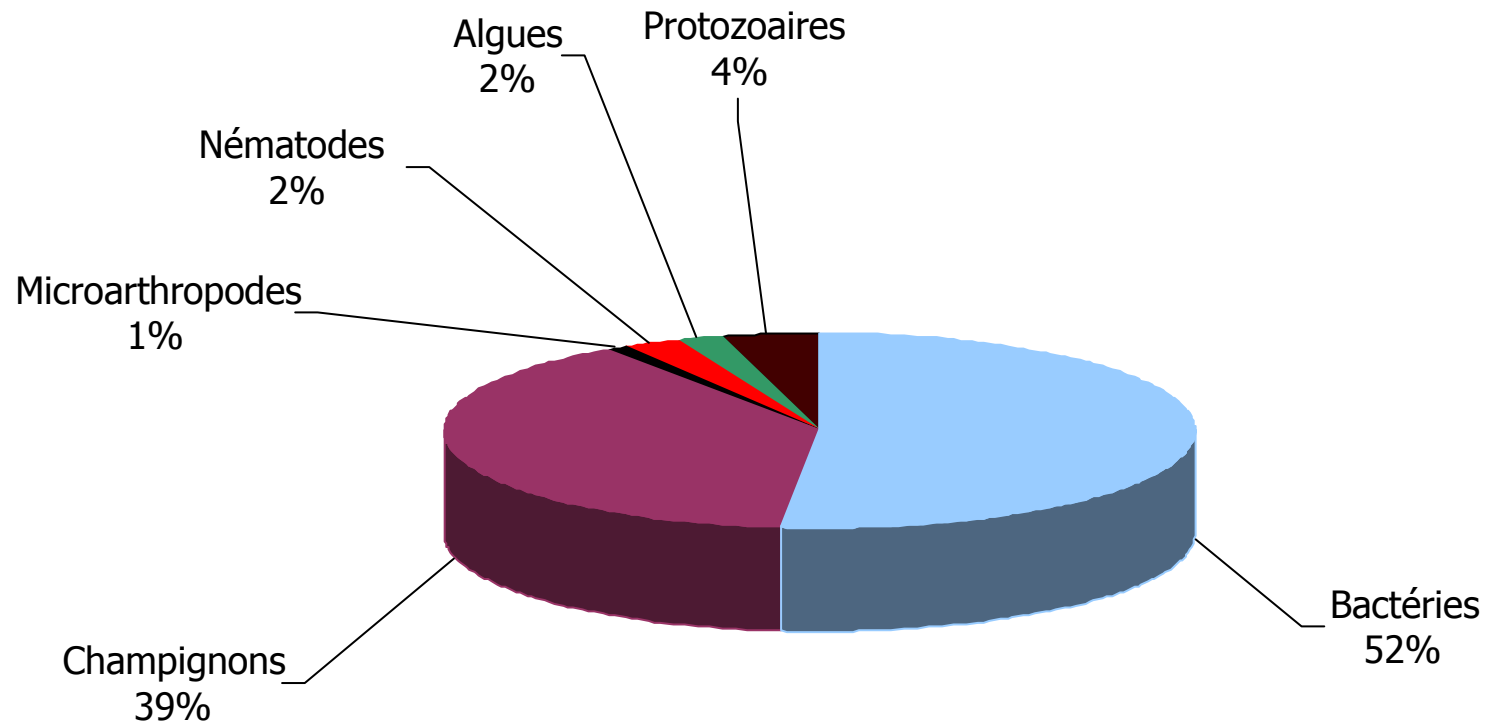
# Un exemple de cycle lié à la MOS : l'azote



D'après Christensen, 2004

# De quels organismes est constituée la MO vivante du sol ?

---





## Qu'est-ce que ces organismes représentent en nombre d'individus ?

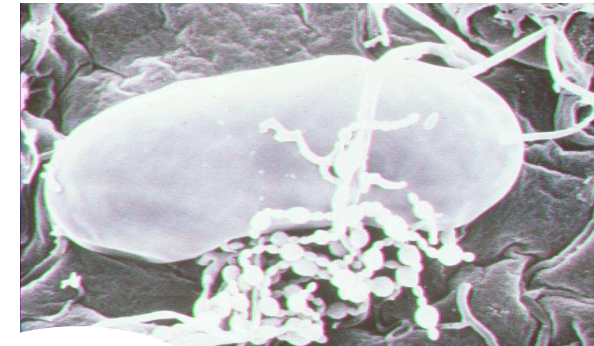
Type	Individus/g sol	Masse / ha
Bactéries	$10^7$ à $10^{10}$	1 à 7 t
Champignons	100 à 1 000 m hyphes	1 à 10 t
Algues	Quelques milliers	100 à 500 kg
Protozoaires	$10^3$ à $10^5$	150 à 700 kg
Nématodes	$10^3$ à $10^5$	150 à 400 kg
Arthropodes	Quelques centaines/m <sup>2</sup>	env. 5 kg/ha

# Quelles sont les relations autour de la MO ?



Quantité et  
qualité des intrants  
organiques

Matière  
organique  
du sol



Biologie du sol

Chimie du sol

- N, P
- N minéralisable
- CEC
- pH

Physique du sol

- Texture
- Densité
- Eau disponible



## Quels sont les facteurs qui influencent la MOS ?

---

- Le climat
  - Humidité
  - Température
- La texture
  - Teneur en argiles
- Le pH
  - Influence les microorganismes (population, activité)
- Les pratiques culturales
  - Travail du sol
  - Irrigation
  - Apports d'engrais chimiques ou de matières organiques
  - Gestion des résidus de cultures
  - Successions de cultures
  - Jachères, défriches, brûlis

# Influence du climat

---

## □ Température

- Augmentation de la température conduit à une augmentation de la vitesse des processus (minéralisation....)
- A l'inverse, les basses températures conduisent à une réduction de l'activité biologique
- Gammes de température supportées par les organismes vivants du sol

## □ Humidité

- Eau disponible pour la MO vivante
- Saturation en eau du sol => conditions d'anaérobiose

# La texture

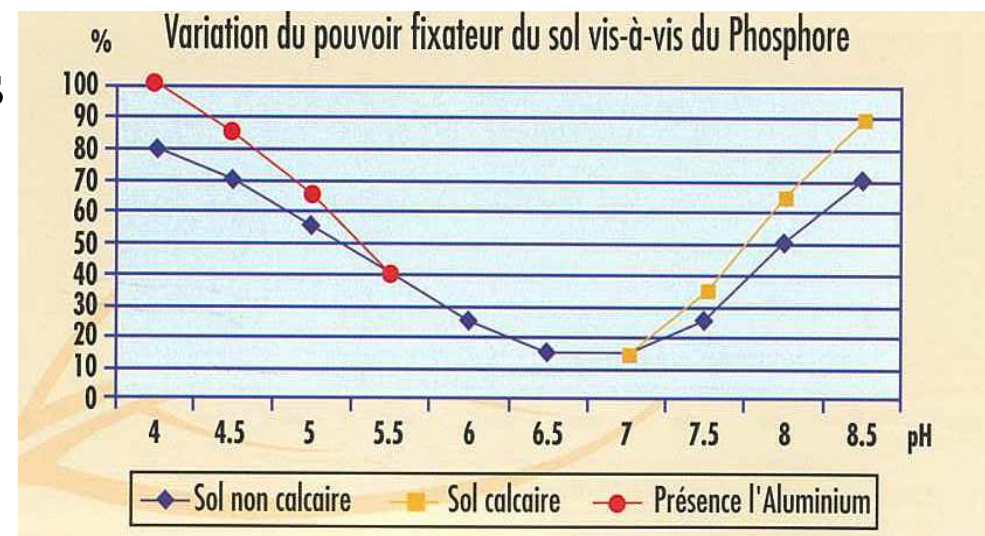
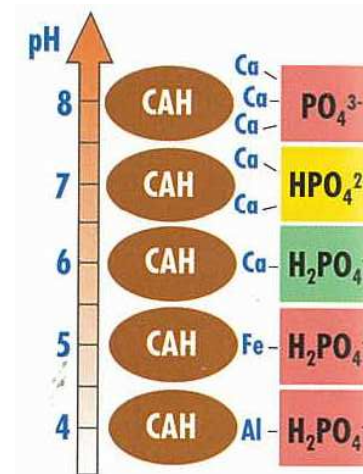
---

## □ Les argiles

- Composante du complexe argilo-humique
  - Richesse chimique du sol
  - Capacité à « accumuler », retenir les éléments
- « Ciment » des agrégats du sol
  - Habitat pour les microorganismes
- Capacité de rétention de l'eau
  - Humidité du milieu
- Compaction, porosité
  - Volume poreux : phases gazeuse et liquide

# Le pH

- Solubilité et la disponibilité des éléments chimiques
  - Niveaux de toxicité ex Al
- Pouvoir fixateur de certains éléments
  - Ex : le P
- « Confort » des organismes vivants
- pH modifié par les pratiques de fertilisation
  - $\text{NO}_3 - \text{NH}_4$
  - Chaulage



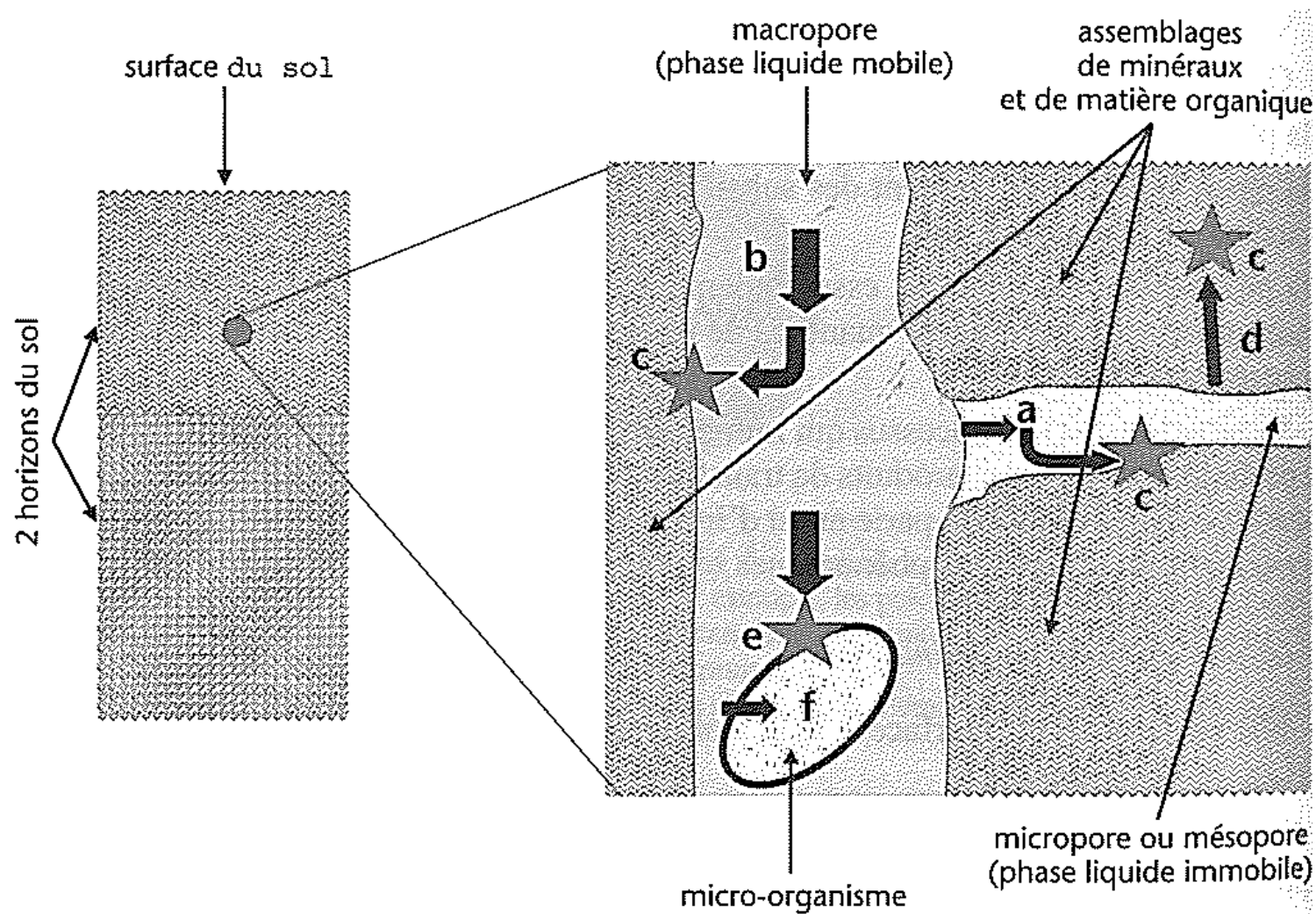
# Les pratiques culturales

---

- ❑ Travail du sol
  - Décompaction, porosité (rétention d'eau, aération)
  - Exposition à la lumière
- ❑ Irrigation
  - Disponibilité en eau
- ❑ Apports d'engrais chimiques ou de matières organiques (dont résidus de cultures)
  - Stocks d'éléments et de microorganismes
  - Flux et processus
  - pH
- ❑ Utilisation de pesticides



# Où vont les pesticides dans les sols ?





# Comment les pesticides évoluent-ils ?

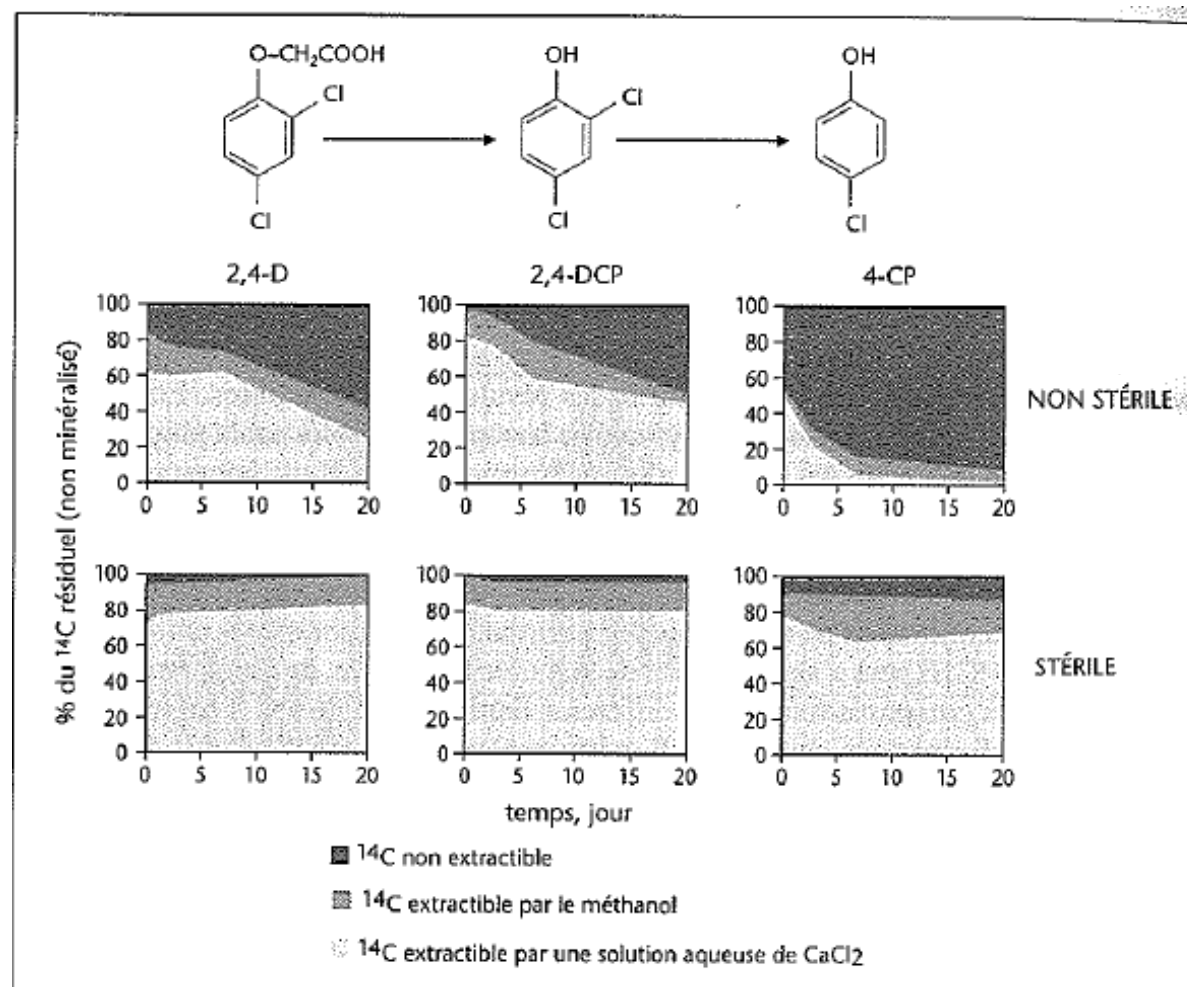


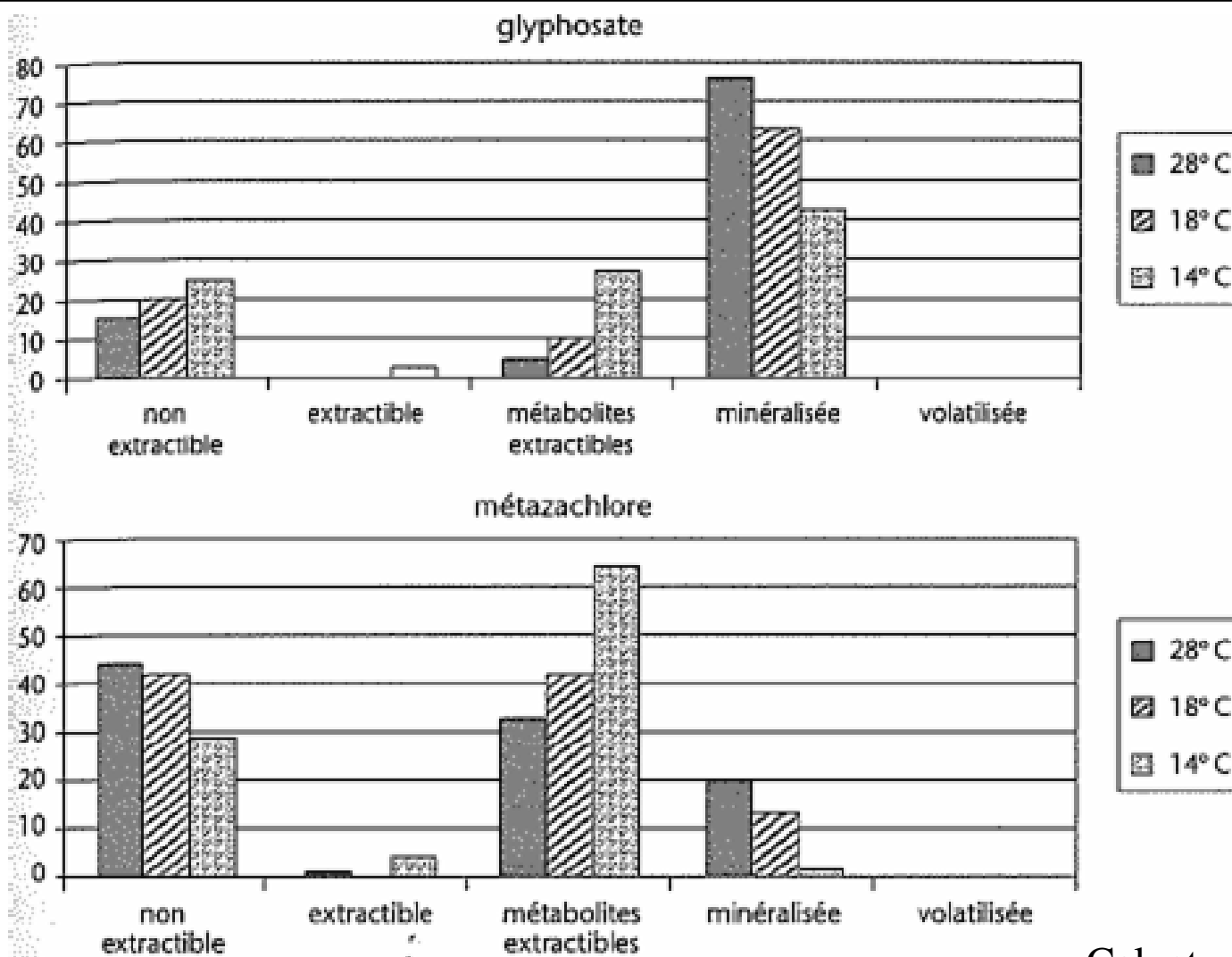
Figure 4-17 Influence de l'activité de la microflore sur la proportion de résidus stabilisés provenant du 2,4-D et de ses métabolites (d'après Benoit, 1994)

# Comment les pesticides évoluent-ils ?

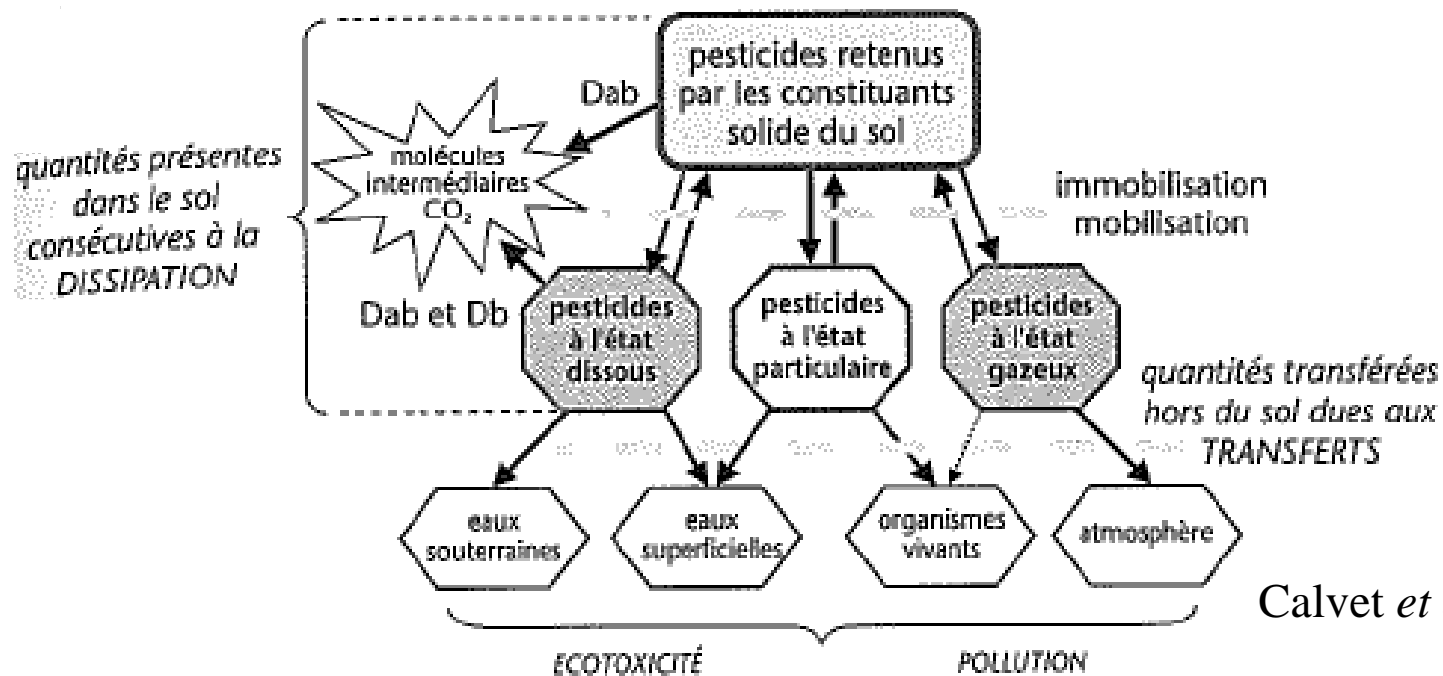
---

- Produits de dégradation
  - Éléments simples, non toxiques, gazeux ou solubles Ex CO<sub>2</sub>
  - Composés plus toxiques que la molécule d'origine
  - Composés moins toxiques que la molécule d'origine
  - Sous-produits peuvent avoir des propriétés de fixation/extractibilité différentes de la molécule d'origine

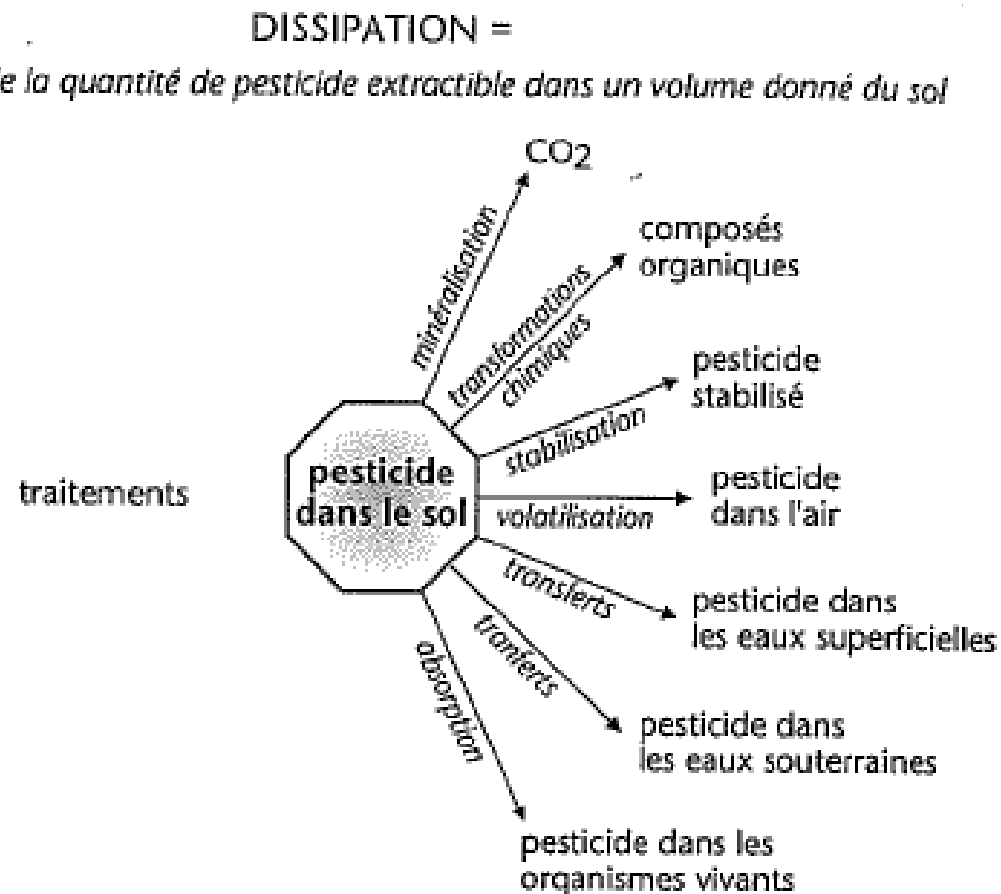
# Comparaison de deux herbicides



# Evolutions de la fraction non extractible



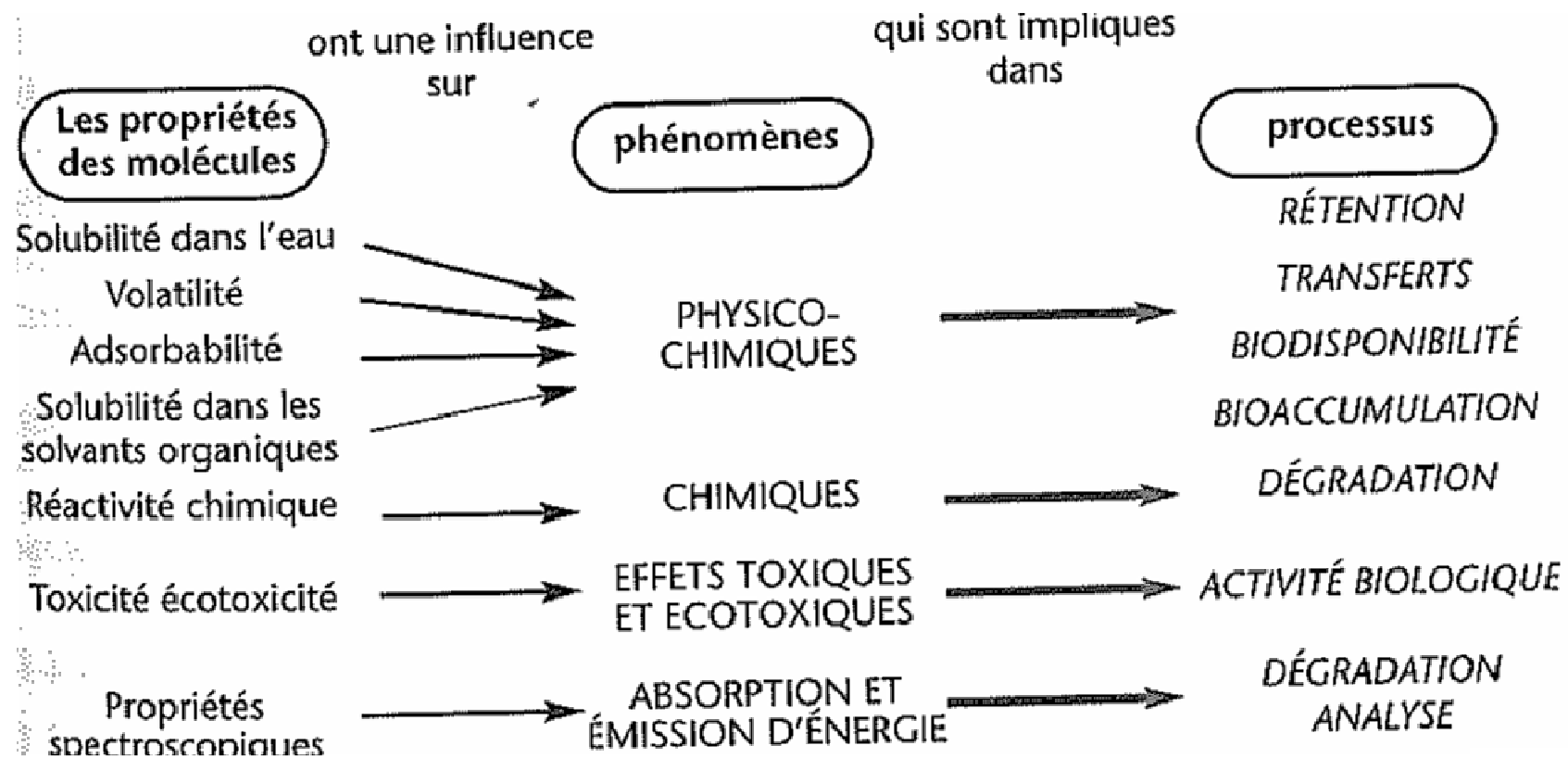
# Evolutions de la fraction extractible



quantité dissipée = quantité apportée - quantité extractible  
pendant une durée  $\Delta t$ , dans un volume donné ( $V_{sol}$ ) de sol

Calvet *et al*, 2005

# Impacts des pesticides sur les sols



# Conclusion

---

- Le sol
  - Un milieu vivant extrêmement complexe
  - Les activités agricoles peuvent avoir des répercussions multiples sur les différents compartiments du sol
- Impact des pesticides
  - Nécessite de travailler molécule/molécule et de considérer les différents types de sols

Merci de votre attention !!